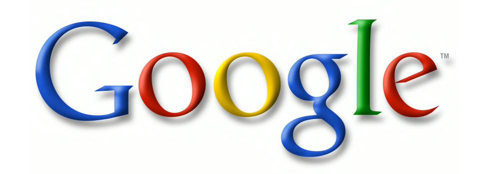
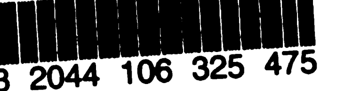
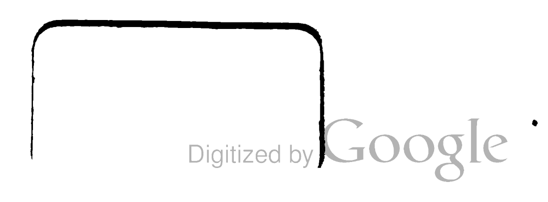





3 2044 106 325 475


Digitized by Google

EXTRAIT

DES

ARCHIVES DU MUSÉUM

D'HISTOIRE NATURELLE.

Exemplaire d'auteur.

PARIS,

GIDE, ÉDITEUR,

RUE DE SEINE SAINT-GERMAIN, N° 6 BIS.

1839.



NOUVELLES NOTES

SUR LE CAMBIUM,

EXTRAITES D'UN TRAVAIL SUR LA RACINE DU DATTIER,

PAR M. DE MIRBEL.

(Lues à l'Académie des Sciences, dans la séance du 29 avril 1839).

Tout naturaliste qui s'est occupé de l'anatomie végétale a pu remarquer dans l'intérieur des plantes, à diverses époques de leur végétation, une matière mucilagineuse, comparable à une solution de gomme arabique. Cette matière forme des couches dans les tiges et les branches des Dicotylés et Monocotylés. Elle se dépose en masse dans de grands interstices que les utricules laissent entre elles, ou même dans la cavité des utricules et des tubes. Je ne saurais dire si alors elle est ou n'est pas organisée; mais ce que je crois fermement, c'est que d'elle provient toute organisation. Grew, qui le premier reconnut l'existence de cette matière et en devina la destination, il y a plus de cent cinquante ans, lui donna le nom de *cambium*. J'ai adopté ce nom, ainsi que l'opinion de Grew. En cela, j'ai suivi l'exemple de Duhamel; mais j'ai reconnu de bonne heure que le seul moyen de faire prévaloir la doctrine de ces deux célèbres phytologistes, serait de prouver, par une série d'observations étroitement liées les unes aux autres, que la matière dont il s'agit

passe, par degrés insensibles, de l'état amorphe à l'état d'un tissu cellulaire continu, lequel se disloque plus tard et se montre sous forme d'utricules distinctes. Depuis plusieurs années, tous mes travaux ont eu pour objet principal cette démonstration. On s'étonnera peut-être que je m'en sois préoccupé si longtemps; mais, en y réfléchissant un peu, on reconnaîtra que la tâche que j'ai entreprise n'est rien moins que l'étude la plus approfondie de la formation de tous les tissus qui constituent les divers organes végétaux. Il s'en faut que j'aie atteint le terme de mes recherches; d'autres, plus tard, devront songer à les poursuivre ou peut-être à les recommencer.

Je me bornerai pour le moment à indiquer ce que j'ai observé dans les racines du Dattier. Durant le cours de leur végétation, elles m'ont offert de fréquentes occasions d'étudier le Cambium et la succession des modifications par lesquelles il passe. Cette matière ne m'était apparue anciennement que sous l'aspect d'un simple mucilage. L'emploi que je fis ensuite de meilleurs instruments d'optique m'apprit que presque toujours le mucilage était celluleux; mais, quand je tentai de pénétrer plus avant vers l'origine, je rencontrai tant de difficultés que je désespérai de passer outre.

Toutefois, j'ai été plus heureux au commencement de l'année dernière. Soit que le hasard m'ait mieux servi, soit que j'aie tiré un meilleur parti de mon microscope par l'emploi plus fréquent de forts oculaires, soit encore que certains indices, que j'avais dédaignés bien à tort, aient plus vivement excité mon attention; il est de fait que j'ai vu, avec toute la netteté désirable, sur des coupes transversales de racine, des amas de Cambium, dont la surface était mamelonnée, ou du moins paraissait telle. Que cette vision soit due à la présence réelle d'une forme matérielle ou à une illusion d'optique résultant de l'inégale densité de la matière, il y a, dans l'une ou

l'autre hypothèse, un fait très-positif; je n'en saurais douter, puisque maintenant j'obtiens à volonté la preuve de son existence. En ceci, comme en toute chose, le but ne fait jamais défaut quand la route est connue.

Très-certainement l'apparition des mamelons du Cambium est antérieure à celle des cellules. J'ai donc fait, vers l'origine de cette substance organisatrice, un pas de plus que lorsque je lus, en 1837, ma première note à l'Académie. Il s'agit maintenant d'expliquer comment ces cellules se substituent aux mamelons. La série non interrompue de mes observations répond à cette question. Sur des coupes de Cambium aussi jeune, ou peu s'en faut, que celles dont je viens de parler, j'aperçus souvent au centre de chaque mamelon un point sombre; indice non équivoque de la très-récente formation d'une cavité cellulaire. Souvent aussi, à la place du point, je vis une tache grise de notable dimension, et je dus conclure que la cellule s'était agrandie. Dans ce dernier cas, il n'y avait plus apparence de mamelon, et les cloisons indivises qui limitaient les cellules contiguës étaient d'autant moins épaisses que les cavités avaient acquis plus d'ampleur.

La fréquente comparaison que j'eus l'occasion de faire du Cambium d'apparence mamelonnée avec le Cambium devenu celluleux, me convainquit que la métamorphose s'opérait sans qu'il y eût augmentation sensible de la masse, ce qui s'explique très-bien par la condensation qu'éprouve la matière employée à la formation des cloisons. Elle se retire du centre, s'accumule à la circonférence et gagne en densité ce qu'elle perd en volume.

Les cellules ne restent pas longtemps dans l'état que je viens de décrire: leurs parois s'étendent, se couvrent d'élévations papillaires, disposées en forme d'échiquier, et quoiqu'elles aient plus de consistance que dans l'origine, elles contiennent encore beaucoup

d'humidité. On pourrait dire que leur substance est devenue gélatiniforme de mucilagineuse qu'elle était.

Peu après, ces mêmes cellules, qui d'abord n'ont affecté aucune forme déterminée, se dessinent sur les coupes transversales, en hexagones plus ou moins réguliers; leurs cloisons s'étendent, s'amincissent, se sèchent et s'affermissent; leurs papilles disparaissent et sont remplacées par des lignes horizontales, parallèles, fines et serrées, qui ressemblent à de légères stries. Il y a aujourd'hui trente ans que j'ai remarqué ces lignes dans les vaisseaux, et que j'en ai parlé dans les termes qui suivent : « Dès l'instant que les vaisseaux commencent à se développer, et à une époque où leur tissu sort à peine de cet état de mollesse, ou même de fluidité, que nous nommons mucilagineux, on distingue à leur superficie des lignes transversales et opaques qui indiquent, dans la partie où elles se trouvent, un renflement et un épaisissement de la membrane [1]. » Et je croyais, dans ce temps comme aujourd'hui, qu'une certaine relation existe entre ces lignes et les découpures, qui, plus tard, se montrent dans les vaisseaux; mais je dois avouer que, sur ce dernier point, mes idées étaient alors très-confuses.

J'ai dit tout-à-l'heure, en m'appuyant sur des recherches plus récentes, que les lignes des cloisons sont horizontales : c'est en effet ce qui paraît pour quiconque observe une coupe transversale. Il en est tout autrement si la vue se porte sur une coupe longitudinale; alors les lignes sont verticales. La même portion de cloisons, selon sa position relativement à l'œil de l'observateur, semble donc rayée dans un sens ou dans un autre; mais, à ma connaissance, il n'arrive jamais qu'on voie simultanément les deux sortes de lignes qui, le cas échéant, se croiseraient à angle droit. J'ai décrit, il y a peu d'an-

[1] *Exposition de la théorie de l'organisation végétale*, p. 206. 1809.

nées, un fait analogue que m'ont présenté les laticifères du *Nerium Oleander*. Là, pour moi du moins, la cause de ces apparences variées est évidente. De très-fines et très-courtes papilles, disposées les unes contre les autres en échiquier, donnent, selon le point de vue, des lignes horizontales ou verticales, ou encore, diagonales; soit de gauche à droite, soit de droite à gauche. Je n'ai pas eu la satisfaction de voir les papilles dans les autres vaisseaux; mais tant qu'on ne proposera pas une meilleure solution du fait, j'inclinerai à croire que les lignes horizontales, verticales et diagonales des cellules, des utricules courtes ou allongées, et des vaisseaux, sont dues à la présence d'une multitude de papilles imperceptibles, disposées en échiquier. J'ai ajouté les lignes diagonales, parce que, bien qu'elles soient moins communes, elles se montrent assez fréquemment sur les parois des vaisseaux qui commencent à vieillir, et elles sont même beaucoup plus apparentes que les autres.

Souvent, depuis les mamelons creux jusques et y compris les cellules à parois minces, sèches et striées, la substance végétale n'est qu'un seul et même tissu cellulaire parfaitement continu, dont la forme est modifiée plus ou moins par l'action successive de la végétation. Au-delà, un changement remarquable s'opère : les cloisons cellulaires, jusqu'alors indivises, se dédoublent d'elles-mêmes aux points de rencontre des angles des cellules contiguës, et donnent naissance à des espaces ordinairement triangulaires que les phytologistes nomment des méats. Voici donc, dans la masse du tissu cellulaire, de nombreuses interruptions de continuité, et le dédoublement des cloisons ne s'arrête pas là. Il gagne de proche en proche dans leur épaisseur, de sorte que, en définitive, il sépare les cellules les unes des autres. Cette dislocation faite, il n'existe plus de tissu cellulaire. Chaque cellule est devenue une utricule distincte, laquelle s'étend et s'arrondit si elle est libre dans l'espace, ou de-

vient polyédrique si elle est arrêtée dans sa croissance par la résistance des utricules voisines. Il est vrai que souvent toutes ces utricules juxta-posées restent unies par une sorte de collage, si je puis ainsi dire; mais il ne paraît pas que jamais il s'établisse entre elles une véritable liaison organique. Ce sont autant d'individus vivants, jouissant chacun de la propriété de croître, de se multiplier, de se modifier dans de certaines limites, travaillant en commun à l'édification de la plante, dont ils deviennent eux-mêmes les matériaux constituants. La plante est donc un être collectif.

Les deux états organiques que je viens de signaler, l'un, tissu cellulaire continu, l'autre, agglomération d'utricules séparées, ou bien réunies par juxta-position, marquent deux périodes distinctes dans les formations utriculaires.

Veut-on des preuves à l'appui de ces généralités? Que l'on fasse des séries non interrompues de coupes transversales d'une racine de Dattier, sur des portions en voie de passer de la première jeunesse à l'âge adulte, et qu'avec une infatigable attention on soumette, dans l'ordre où elles ont été faites, toutes ces coupes à l'observation microscopique, les examinant chacune à plusieurs reprises, les comparant entre elles, et s'appliquant à rétablir, par la pensée, le lien organique qui les unissait, pour refaire un seul tout de tous les faits partiels : à ces conditions, on obtiendra les résultats que j'ai obtenus et que je livre au jugement des phytologistes. Je doute que tout autre procédé plus facile et plus prompt m'eût conduit aussi sûrement au but [1].

On remarquera que la racine de Dattier se compose de trois ré-

[1] Toutes les observations anatomiques seront exposées plus tard dans le *Recueil de l'Académie*. Elles seront accompagnées de douze grandes planches représentant les faits organogéniques les plus dignes d'attention.

gions organiques bien distinctes, la *périphérique*, l'*intermédiaire* et la *centrale;* que la région périphérique, à l'époque de végétation que j'ai indiquée, est séparée de la région intermédiaire par une épaisse couche de cambium; qu'une couche toute semblable isole de même, l'une de l'autre, les régions intermédiaire et centrale, et, qu'indépendamment des deux couches de cambium, il existe dans chaque région de petits foyers particuliers d'utriculisation. Voyons ce qu'il résulte de la présence de ces dépôts plus ou moins abondants de matière organisatrice.

Il est évident que la région périphérique, exposée sans trève à la nuisible influence des agents extérieurs, et chassée en avant par l'accroissement des parties intérieures, ne doit pas tarder à disparaître, si ses pertes journalières ne sont promptement réparées par l'avénement de nouvelles utricules issues de la partie de la couche de cambium, placée immédiatement en arrière d'elle. Ce secours est d'autant plus nécessaire que les foyers particuliers d'utriculisation sont à peu près nuls dans la région périphérique. Aussi arrive-t-il que lorsque la couche de cambium vient à manquer, cette portion de la racine se trouve réduite à deux ou trois feuillets d'utricules souvent déchirés et privés de vie.

Passons à la région intermédiaire. Dans sa partie moyenne habitent les utricules les plus âgées. Les autres utricules sont d'autant plus éloignées de cette partie moyenne, et, par conséquent, plus rapprochées de l'une ou de l'autre couche de cambium, qui, toutes deux, chacune de son côté, marquent l'extrême limite de la région, qu'elles sont d'un âge moins avancé. Il ne s'agit pas de l'âge mesuré par le temps écoulé depuis la naissance des utricules jusqu'au moment de l'observation : tout moyen manque pour en déterminer la durée absolue; il s'agit de l'âge que j'appellerai *physiologique*, c'est-à-dire du nombre plus ou moins grand de modifications

successives que les utricules ont subies. Or, il est facile de s'en rendre un compte exact, sinon dans tous les cas, du moins dans celui-ci. Quant à l'explication du fait en lui-même, elle est très-simple : les deux couches de cambium travaillent en même temps à l'accroissement de la région intermédiaire, l'une par sa partie qui regarde la circonférence, l'autre par sa partie qui regarde le centre, de telle sorte que, des deux côtés, les utricules dernières formées sont en général les plus éloignées de la ligne médiane vers laquelle se pressent les vieilles utricules.

Au premier aperçu de cette disposition, on serait bien tenté de croire à l'existence de deux courants marchant à l'encontre l'un de l'autre et finissant par se confondre. Mais l'observation attentive et réfléchie démontre que, s'il est vrai que différents dépôts de cambium peuvent produire des utricules dans des directions opposées, il ne l'est pas moins qu'un mouvement centrifuge, unique, irrésistible, entraîne ensemble dans la même voie et les dépôts de cambium et toutes les utricules. Il n'y a donc en effet qu'un seul courant. Plus loin, j'appellerai de nouveau l'attention sur cet important phénomène qui a lieu également dans les trois régions. Je reviens à ce qui est particulier à la région intermédiaire.

On observe dans cette région, où dominent en majeure partie les utricules issues des deux couches de cambium, un grand nombre de petits dépôts de cette matière, lesquels, sans qu'on puisse en démêler la cause, ont des destinées très-diverses. Les uns remplissent les utricules, les autres les interstices qu'elles laissent entre elles, et que l'on désigne sous le nom de méats.

Le cambium contenu dans les utricules n'est bien distinct que lorsqu'il a revêtu la forme d'un tissu cellulaire mucilagineux ; il s'évanouit quelquefois peu après son apparition, et ne laisse nulle trace de son existence éphémère. D'autres fois ses cellules se séparent et

s'égrainent en sphérioles qui n'ont aussi qu'une courte durée. D'autres fois encore une des cellules grandit seule et semble appelée à devenir la doublure de l'utricule qui la contient ; mais, arrêtée tout à coup dans son développement, elle se flétrit et se ramasse avec son cambium, en une masse amorphe de couleur de rouille qui se maintient quelque temps dans cet état et finit par disparaître.

Le cambium qui se loge dans les méats de la couche intermédiaire n'est pas moins abondant que celui qui se loge dans les utricules elles-mêmes : il se distribue çà et là en petits amas ou en longs filets. Dans le premier cas, la substance organisatrice passe si vite à l'état utriculaire qu'il est impossible de constater les changements qu'elle subit avant d'y arriver. Les nouvelles utricules se distinguent tout d'abord des anciennes : elles sont plus petites, et leur paroi, au lieu de paraître une pellicule sèche et ferme, semble une matière gélatiniforme amincie en lame. Mais en vieillissant, ces utricules se fortifient, grandissent, se font place parmi les autres et se confondent avec elles. Dans le second cas, je veux dire lorsque le cambium, sous forme de filet, parcourt longitudinalement la région intermédiaire, la série presque entière des modifications et métamorphoses passe sous l'œil de l'observateur. Tout compte fait, il voit succéder à un cambium mamelonné, dans l'ordre où je vais les indiquer, un tissu cellulaire mucilagineux ; un tissu cellulaire à parois couvertes de papilles ; un tissu cellulaire à parois sèches, minces et finement striées ; enfin un tissu composé de longues utricules distinctes, mais unies les unes aux autres. Et alors de nouvelles utricules s'emboîtent dans celles-ci, qui deviennent, par ce renfort, doubles, triples, quadruples, quintuples, etc. ; et des pertuis ouverts à travers les parois font communiquer entre elles toutes les cavités utriculaires. Tel est le mode de formation de ces longs filets ligneux que les phytologistes ont remarqués dans la racine du

Dattier, et dont les analogues se représentent dans le stipe et les feuilles.

La couche de cambium placée entre la région périphérique et la région intermédiaire ne dure qu'un temps. On ne la retrouve plus dans les portions de la racine qui ont acquis une certaine consistance. Alors, entre les parois des utricules limitrophes de l'une et de l'autre région, naissent çà et là des utricules qui, venant à se multiplier, se joignent et enferment, comme dans un fourreau, la région intermédiaire. Ces utricules sont tubulaires, polyèdres, ajustées bout à bout. De simples qu'elles étaient d'abord, elles deviennent complexes par l'adjonction de nouvelles utricules nées dans leurs cavités et qui communiquent ensemble par des pertuis. Elles ont donc la plus grande analogie avec les utricules des filets ligneux éparses dans la région intermédiaire.

J'arrive à la région centrale. Dans sa première jeunesse, elle est séparée de la région intermédiaire par une couche de cambium qui, comme l'autre, sert à deux fins. On a vu qu'elle fournit des utricules à la région intermédiaire; on peut s'assurer qu'elle en fournit aussi à la région centrale. En effet, si l'on porte les yeux sur une coupe transversale enlevée avec dextérité en temps et place convenables, on retrouve à point nommé la série des métamorphoses qui, d'un côté, conduit à l'origine des utricules, et de l'autre, au terme de leur développement. Il est de toute évidence que la plupart de ces utricules sont sorties de la grande couche de cambium, les unes plus tôt, les autres plus tard, et que, selon leur âge plus ou moins avancé, elles se sont cantonnées plus près ou plus loin du centre. Au centre donc sont les utricules de première formation. Leur forme est cylindrique; elles tiennent très-faiblement les unes aux autres par les points de contact. L'âge de la région dont elles font partie indique qu'elles sont encore en pleine végétation. Pour

modification finale, elles passeront bientôt de l'état simple à l'état complexe. Les autres utricules composent un tissu continu, d'autant plus jeune qu'il est plus éloigné du centre. Les plus voisines de la région intermédiaire ne sont, à bien dire, qu'un cambium celluleux.

A cette époque de la végétation, l'œil aidé du microscope ne saurait confondre la masse du tissu utriculaire de la région centrale avec celle de la région intermédiaire. Il est même assez facile de dessiner les caractères distinctifs des deux régions dans un moment donné. Mais entreprendre d'en observer, comparer et décrire toutes les modifications, serait une tentative vaine; l'action incessante de la puissance végétative les fait varier à l'infini.

Plus tard, une membrane celluleuse n'ayant partout qu'une utricule d'épaisseur, s'organise entre la région centrale et la région intermédiaire. Elle pose une limite précise à celle-ci, et, par conséquent, elle marque la place où l'autre commence. Ce que je vais dire de cette membrane ne se rapportera qu'à ce qu'on peut en voir sur des coupes transversales. Elle s'y dessine en ceinture. Au moment où elle apparaît, ses utricules, prises une à une, n'offrent rien de particulier, et pourtant toutes ensemble attirent l'attention. C'est qu'elles affectent une forme déterminée, toutes étant à peu près carrées ou parallélogrammes; qu'elles sont environ d'égale grandeur, et qu'elles tiennent les unes aux autres côte à côte, en série concentrique; tandis que les utricules de la région intermédiaire ne gardent aucun ordre symétrique, varient sensiblement dans leurs dimensions, et diffèrent plus ou moins par leurs formes.

En avançant en âge, les utricules de la ceinture se remplissent de cambium qui ne tarde pas à devenir un tissu cellulaire, irrégulier dans toutes, différent dans chacune. Toujours rangées en cercle, elles prennent plus d'ampleur, et chacune d'elles se développe en

hémicycle. Le diamètre des hémicycles s'appuie contre la région intermédiaire. La portion demi-circulaire de ces mêmes hémicycles regarde l'intérieur de la région centrale. Pendant que les utricules se modifient ainsi, le tissu cellulaire qu'elles contiennent s'agence suivant un ordre symétrique et presque uniforme. Voici en quoi il consiste : au point central de chaque hémicycle, il y a une cellule, copie en miniature de l'utricule qui la contient. De la face externe de cette cellule partent, comme des rayons divergents, des cloisons verticales, lesquelles vont s'attacher sur la face interne demi-circulaire de la paroi de la grande utricule. Il s'ensuit que la cavité de celle-ci est divisée en un certain nombre de loges contiguës dont souvent, sur les coupes transversales, les cloisons figurent des quadrilatères plus ou moins réguliers ou des triangles à peu près isocèles. Le tout ensemble imite, à faire illusion, une étroite dentelle festonnée. Par l'effet de la vieillesse, ce dessin symétrique s'altère sans néanmoins s'effacer totalement. Il y a cela de particulier dans les modifications successives des utricules de la ceinture, qu'elles sont si subites que l'observateur le plus diligent n'en saurait suivre les progrès; tout ce qu'il peut faire est de saisir au passage quelques-unes de ces modifications.

La multiplication par emboîtement des utricules de la région centrale, ou, ce qui est la même chose, la transformation de ses utricules simples en utricules complexes, commence à peu de distance du centre, et gagne de proche en proche jusqu'à la ceinture de la région. Ce phénomène, l'un des plus curieux de l'organogénie végétale, s'opère dans chaque cavité utriculaire, au moyen de dépôts successifs de cambium, lesquels n'ont qu'une courte existence, mais produisent avant de disparaître un petit nombre d'utricules destinées souvent à vivre des siècles. J'expliquerai tout-à-l'heure comment s'opèrent ces formations.

De petits, moyens et grands vaisseaux, parcourent la région centrale dans sa longueur. Ces vaisseaux forment, par leur rapprochement, des lames plus ou moins continues, lesquelles, en général, se disposent selon la direction des rayons. Les petits vaisseaux s'adossent contre les utricules les plus voisines de la ceinture; les moyens viennent ensuite et ne s'éloignent guère des petits; les grands se rapprochent du centre et souvent finissent par s'isoler les uns des autres. Tous, petits, moyens et grands, sont des tubes polyèdres dont les facettes, ouvertes par des fentes transversales, ou paraissant telles, représentent tant bien que mal de petites échelles. De là le nom de *vaisseaux scalariformes*, qui leur a été donné par les Allemands [1]. Chacune des lames vasculaires est séparée de ses deux voisines par une épaisse masse d'utricules qui s'étend jusqu'à la ceinture de la région. Durant le cours de la végétation, le cambium afflue surtout vers la partie moyenne de la masse; il enveloppe et remplit ses utricules. La surabondance de la matière organisatrice rend d'abord la vision si confuse, qu'aucune particularité ne s'offre que je puisse nommer ou décrire; mais à l'aide du temps, la matière revêt des formes organiques distinctes. Des utricules, jointes précédemment, se séparent et se retirent les unes à droite, les autres à gauche, et, tandis que cela se passe, un tissu cellulaire mucilagineux à cloisons toutes couvertes de papilles, vient occuper l'espace abandonné par les anciennes utricules.

Le nouveau tissu s'élargit en lame irrégulière, et, de même que

[1] Je me sers du langage usité quand je dis des parois qu'elles sont *fendues ou percées à jour;* mais je reconnais que dans la racine du Dattier, ce qui semble être des ouvertures n'est très-probablement, dans beaucoup de cas, qu'un notable amincissement local des parois. Cette manière de voir est conforme à l'opinion de M. Mohl. Toutefois, je serais tenté de croire qu'il l'a trop généralisée. Il n'y a pas loin de l'amincissement de la membrane à une ouverture, et toute ouverture dans une utricule commence par un amincissement.

les lames composées de vaisseaux scalariformes, il se projette vers le centre. Les jeunes cellules qui le constituent diffèrent de forme, de grandeur et de position. Les unes sont très-petites; elles se dessinent souvent sur la coupe transversale en polygones à cinq ou six côtés, et sont rassemblées en groupe tout contre la ceinture, contre laquelle aussi s'appuient, à peu de distance de là, les petits vaisseaux scalariformes. Les autres cellules, grandes ou moyennes, affectent des formes variées et se rangent à la suite des petites, dans la direction des rayons. Plusieurs phytologistes ont avancé que ces lames cellulaires étaient composées de laticifères. Ils n'ont cité, que je sache, aucun fait à l'appui de leur opinion. Sitôt que je l'ai connue, je l'ai jugée peu fondée, et, quand je l'ai soumise à un examen sérieux, je l'ai trouvée en contradiction manifeste avec les résultats de mes recherches. Au lieu de vaisseaux ramifiés communiquant entre eux par des anastomoses, et contenant un suc coloré qui charie des granules, je n'ai vu que de simples cellules allongées, dépourvues de suc comparable au latex. J'ai pensé dès-lors que la lame cellulaire, dont le tissu est si transparent et si délicat, ne pouvait être autre chose que la première ébauche d'une nouvelle lame vasculaire. Je ne me suis pas trompé; j'ai été témoin de la transformation graduelle des utricules en petits, moyens et grands vaisseaux scalariformes. Mes dessins, exécutés avec la plus scrupuleuse exactitude, confirment cette assertion.

Chaque nouvelle lame venant à s'allonger, partage en deux la masse utriculaire au milieu de laquelle elle a pris naissance; et, pendant que cette séparation s'opère, il se forme dans chaque moitié un autre dépôt de cambium qui devient bientôt une lame cellulaire, laquelle à son tour se change en une lame vasculaire. Ces formations et transformations, si promptes dans la jeunesse qu'on a peine à les suivre, si lentes dans la vieillesse qu'on les cherche longtemps avant

de pouvoir en constater la réalité, se répètent toujours semblables à elles-mêmes, tant que la racine a la puissance de reproduire du cambium. C'est pourquoi les lames cellulaires s'offrent presque toujours égales en nombre aux lames vasculaires, quel que soit d'ailleurs l'âge de la racine.

La prodigieuse multiplication des germes est la meilleure garantie de la conservation des races. Cette vérité est si évidente, qu'elle est devenue un sujet banal d'amplification. Pour exciter plus vivement l'intérêt par un contraste, on s'est complu à dire que la Nature se montrait peu soucieuse du sort des individus; et pourtant c'est encore à l'aide d'une production qui n'a, en quelque sorte, pas de limites, qu'elle assure l'existence temporaire et le complet développement d'un grand nombre d'entre eux. L'histoire entière du cambium dépose en faveur de cette assertion. J'en fais particulièrement la remarque à l'occasion des gros vaisseaux de la racine du Dattier. L'exemple est des plus instructifs : à lui seul il suffit pour mettre sur la voie d'une judicieuse interprétation de tous les faits analogues.

De même que les utricules dont j'ai parlé plus haut, ces gros vaisseaux, qui, à vrai dire, ne sont que des séries d'utricules ajustées et soudées bout à bout, passent de l'état simple à l'état complexe. Pour savoir comment ce changement s'exécute, reprenons les vaisseaux dans leur jeunesse. Ils contiennent un cambium celluleux. Les cellules y sont si multipliées, que pendant longtemps je n'ai pu comprendre à quelle fin une telle quantité de germes d'utricules était logée dans les étroites limites du calibre de chaque vaisseau. Plus tard, de nouvelles observations m'ont appris que vers le centre des vaisseaux, et, par conséquent, vers le milieu de la masse celluleuse qui garde son caractère originel, une, ou quelquefois deux, trois, quatre cellules, *s'individualisent*, je veux dire, se font chacune une paroi qui n'appartient qu'à elle, se développent chacune dans une

parfaite indépendance des autres, jouissent chacune d'une vie qui lui est propre, en un mot, se transforment toutes en autant d'utricules distinctes. Parmi ces utricules, il en est une, pour l'ordinaire, qui, mieux constituée que les autres, ou peut-être plus favorisée par des circonstances que nous ne saurions apprécier, grandit plus vite et ne s'arrête dans sa croissance que lorsqu'elle rencontre la paroi du gros vaisseau, contre laquelle elle s'applique et dont elle augmente l'épaisseur. Sans doute on demandera ce que deviennent, dans ces conjonctures, les autres utricules et le cambium celluleux qui remplissaient d'abord toute la capacité du vaisseau. A cette question je répondrai que le cambium et les utricules, refoulés vers la circonférence, s'amoindrissent à mesure que l'espace se resserre, et, finalement, disparaissent, semblables, je le répète, à cette foule d'embryons qui, appelés à concourir au maintien des races, se trouvent la plupart incapables de soutenir la concurrence et périssent presque aussitôt que nés.

L'addition d'une seule utricule ne suffit point à l'achèvement du vaisseau. Viennent à sa suite une seconde, une troisième, une quatrième utricule et plus, qui s'emboîtent les unes dans les autres. Voulant me rendre raison de ces formations successives, je ne les ai pas perdues de vue. Peu après son apparition, la première utricule se remplit d'un cambium dont les cellules, comparées à celles que le vaisseau contient encore, sont très-petites. Mais à mesure que la première utricule grandit, les cellules de son cambium grandissent aussi. L'une d'elles s'enfle, s'arrondit, et constitue une seconde utricule qui se comporte absolument comme la première. Une troisième utricule, engendrée par le cambium de la seconde, a le même sort, et ainsi des autres. Je ne m'étendrai pas davantage sur ce sujet : les faits parlent d'eux-mêmes. Tout le monde comprendra comment s'opère dans les grands vaisseaux (j'ajouterai dans les petits vaisseaux

et les utricules) cette stratification de couches membraneuses qui fortifient leurs parois, et est en même temps la cause efficiente de l'extinction d'une innombrable quantité de germes.

Les exemples que je viens de citer de la disparition de toute la portion du cambium celluleux resté sans emploi immédiat, n'autorise pas à conclure que les éléments de cette matière organisatrice soient perdus sans retour pour le végétal; au contraire, l'ensemble des faits tend à prouver que cet abondant et précieux résidu, élaboré derechef, et devenu soluble par l'effet de procédés chimiques qui nous sont inconnus, se rend où l'appellent les besoins de la végétation, et sert à la fois à la création de nouvelles utricules et à la nutrition des anciennes.

L'accroissement de la racine est la conséquence immédiate de la formation du cambium. Si après avoir exposé la cause, je n'essayais d'expliquer l'effet, ces notes seraient par trop insuffisantes. Ce n'est pas que je veuille disserter longuement sur la manière de croître des racines. Je me bornerai à la plus brève exposition de ce que j'ai observé dans le Dattier; et même, pour ce qui a rapport à l'allongement, je m'en référerai à un passage de mes premières notes, publiées en 1837 dans le *Compte rendu*[1]. Quant à l'épaississement, je n'en ai dit qu'un mot, à l'occasion de la zone intermédiaire, mais j'ai pris l'engagement d'y revenir : il est temps que je tienne parole.

L'expérience m'a appris que le moyen le plus sûr d'éclairer le phénomène de l'accroissement, était de se mettre en quête des divers gisements du cambium, et de l'épier dans toutes les phases de ses développements. Les parties jeunes de la racine en sont très-largement pourvues. Il se montre aussi, mais en moindre abondance, dans les parties les plus vieilles. On a vu qu'à certaines époques il

[1] Voyez deuxième semestre, 27 août, p. 296 et 297.

forme deux couches, l'une entre la région périphérique et la région intermédiaire, l'autre entre la région intermédiaire et la région centrale; que, dans cette dernière, il s'avance vers le centre en lames convergentes; que souvent il envahit les cavités utriculaires ou vasculaires; qu'il se loge dans les méats et se glisse jusque entre les utricules; qu'enfin il n'existe pas de partie si dure et si compacte qu'elle puisse lui fermer tout accès. Or, le cambium, qu'est-ce autre chose que la substance organisatrice? et puisque cette substance se présente partout, ne faut-il pas aussi qu'il y ait partout production de nouvelles utricules, accroissement des anciennes, et par conséquent augmentation dans tous les points du corps vivant? L'observation prouve ce que démontre le raisonnement. Les utricules doivent être considérées comme formant en commun, depuis le centre jusqu'à la circonférence, une multitude de cercles, ou plutôt de couches concentriques plus ou moins régulières. Chaque couche, par l'addition d'utricules dont le nombre et la puissance amplifiante sont à la fois en rapport avec la position qu'elle occupe et l'accroissement général de la racine, s'élargit et s'éloigne du centre de telle sorte qu'elle ne cesse pas un moment d'être en contact avec les autres couches. Toutes ensemble donc se portent en avant, et ce mouvement centrifuge est assez ferme pour que, dans maintes circonstances, les couches mortes ou vives de la région périphérique ne pouvant se distendre, se rompent. Jusque-là, exclusivement, tout s'exécute sous l'empire des forces vitales; là seulement on reconnaît, à n'en pouvoir douter, l'œuvre d'une force mécanique. Il est bien entendu qu'à mesure que le corps de la racine empiète sur l'espace environnant, de nouvelles utricules naissent au centre, et y remplissent la place abandonnée par les anciennes.

Ici se terminent mes Notes. Si, par impossible, les faits principaux qu'elles renferment ne se pouvaient voir que dans le Dattier, force

serait sans doute de reconnaître que ce végétal offre une exception des plus étonnantes. Si au contraire (ce qui ne me surprendrait pas), ces faits se reproduisaient pour la plupart dans la généralité des racines des Monocotylés, il faudrait convenir que non-seulement ils sont de nature à exciter la curiosité, mais aussi qu'ils ont une certaine importance. Enfin, si un ou plusieurs de ces faits se rencontraient dans divers organes appartenant à des espèces prises sans choix parmi les Phanérogames et les Cryptogames, il semble qu'on ne pourrait se refuser à les accepter, comme l'expression de lois générales. Ces considérations, qui se sont présentées fréquemment à mon esprit, durant le cours de mes recherches, soulèvent des questions d'un haut intérêt pour les progrès de la science. Ne peut-on pas se flatter qu'à cette époque si féconde en découvertes physiologiques, leur solution ne saurait guère se faire attendre?

EXPLICATION

DES LETTRES EMPLOYÉES DANS LES FIGURES.

c. Cambium.
cc. Cambium celluleux.
cg. Cambium globuleux.
cgc. Cambium globulo-cellulaire.
cm. Cambium mort.
t. Tissu cellulaire.
tp. Tissus cellulaire à parois chargées de papilles.
ts. Tissu cellulaire à parois sèches et minces.
tci. Tissu cellulaire interposé, c'est-à-dire contenant dans ses cellules des utricules séparées les unes des autres.
m. Méats.
tm. Tissu méaté, c'est-à-dire tissu ayant des méats.
l. Lacunes.
u. Utricules.
us. Utricules simples.
s. Sphérioles, ou petites utricules renfermées dans les grandes.
uc. Utricules complexes, ou qui deviendront telles.
ucr. Utricules complexes régulières, ou qui deviendront telles.
uci. Utricules complexes irrégulières, ou qui deviendront telles.
ul. Utricules lenticulaires.
v. Vaisseaux.
vs. Vaisseaux scalariformes.
ps. Petits vaisseaux scalariformes, ou utricules qui sont appelées à devenir telles.
ms. Moyens vaisseaux scalariformes, ou utricules qui sont appelées à devenir telles.
gs. Grands vaisseaux scalariformes, ou utricules qui sont appelées à devenir telles.
rp. Région périphérique.
ri. Région intermédiaire.
rc. Région centrale.
fc. Fourreau cannelé offrant sur la coupe transversale comme une *ceinture festonnée;* c'est sous ce dernier nom qu'il est désigné dans le mémoire.
fl. Filets ligneux.

el. Enveloppe ligneuse.
p. Pertuis.
lvc. Lames vasculaires convergentes.
st. Stries transversales.
sl. Stries longitudinales.
pt. Parois transversales.

ANATOMIE

DE LA RACINE DU PHOENIX DACTYLIFERA (DATTIER).

PLANCHE XX.

Fig. 1. Coupe transversale d'une racine de Dattier dont on voit la grosseur réelle en *a*. La coupe a été faite près de la base de la racine, et par conséquent dans une partie vieille.

Les caractères qu'offre le tissu suffiraient seuls pour prouver son ancienneté.

On peut diviser la racine en trois régions : la périphérique (*rp*), l'intermédiaire (*ri*), et la centrale (*rc*).

La région périphérique est, comme l'indique son nom, placée à la circonférence. Elle est formée d'une couche d'utricules simples (*us*) qui s'altère et se détruit par l'effet de plusieurs causes. L'épaississement progressif de la région intermédiaire et de la région centrale pousse cette couche en avant, et, comme elle n'est pas extensible, elle se déchire. La chaleur, le froid, la sécheresse, l'humidité, etc., contribuent aussi à la détruire. Elle se régénère par la formation de nouvelles utricules qui naissent à la surface de la région intermédiaire (*ri*). Cette reproduction, prompte dans la jeunesse, est lente dans la vieillesse.

Immédiatement après la région périphérique (*rp*) commence la région intermédiaire (*ri*). Sa limite est marquée par une enveloppe ligneuse (*el*), laquelle se compose d'utricules complexes régulières (*uc*), c'est-à-dire d'utricules

d'une certaine grandeur, dont la cavité contient d'autres utricules plus petites emboîtées les unes dans les autres. Les utricules complexes sont de deux sortes : les unes (*ucr*), et c'est le plus grand nombre, sont plus ou moins régulières, allongées en polyèdres ordinairement à six côtés. Leur sommet et leur base se terminent par un plan presque toujours horizontal. Elles sont placées bout à bout, exactement les unes au-dessus des autres. Leurs parois complexes sont traversées horizontalement par des pertuis très-fins. Quand on regarde les pertuis sur la face des utricules soit extérieure, soit intérieure, l'orifice de chacun d'eux paraît comme un point. Quand on les regarde sous la coupe transversale, ils figurent des rayons qui s'étendent de la cavité centrale jusqu'à la circonférence. M. Mohl assure que partout où ces pertuis se trouvent, ils sont fermés à l'extérieur par une membrane d'une extrême finesse. Souvent j'ai dû croire qu'il en était ainsi, souvent j'ai pu croire le contraire. M. Mohl lui-même n'a vu que très-rarement cette fine membrane. Ne se pourrait-il pas que tantôt elle fût présente et tantôt elle fît défaut? Quoi qu'il en soit, il convient de noter comme un fait très-remarquable que généralement, si même ce n'est toujours, les pertuis d'une utricule se rencontrent par leur extrémité extérieure avec les pertuis des utricules contiguës, ce qui donne à penser que c'est surtout par ces canaux que les fluides passent d'une utricule dans l'autre.

Les utricules complexes de la seconde sorte (*uci*) diffèrent des premières, parce qu'elles sont plus amples, que leur forme est variée et irrégulière, qu'elles n'offrent entre elles aucun ordre déterminé, qu'elles sont placées comme au hasard dans l'enveloppe ligneuse, et que les pertuis qui criblent leurs parois sont sensiblement plus grands.

La majeure partie de la région intermédiaire (*ri*) se compose d'utricules simples, closes, qui varient dans leurs dimensions et leurs formes. Leurs contours sont plus ou moins arrondis. Elles adhèrent les unes aux autres par leurs points de contact, et laissent entre elles de petits espaces vides qu'on a nommés méats interutriculaires (*m*). Il y a en outre çà et là de plus grands espaces entièrement dégarnis d'utricules : ce sont des lacunes (*l*). Elles résultent soit de la destruction d'un certain nombre d'utricules, soit de leur croissance ou de leur multiplication qui s'est faite inégalement, de telle sorte qu'en diverses places des désunions et des écartements se sont opérés.

On remarque dans cette région un assez grand nombre de filets ligneux (*fl*) formés d'utricules complexes régulières (*ucr*), toutes semblables à celles qui constituent la majeure partie de l'enveloppe ligneuse (*el*) qui sépare la région

intermédiaire de la région périphérique. Ces filets ligneux parcourent la racine dans sa longueur. Leur surface est couverte en partie de petites utricules lenticulaires (*ul*) dont la paroi reste mince et membraneuse. Elles contiennent deux sphérioles (*nuclei*) emboîtées l'une dans l'autre.

Une série de grandes utricules compose la ceinture festonnée, ou, pour parler plus exactement, le fourreau cannelé (*fc*) qui sépare de la région intermédiaire la région centrale (*rc*). Chaque grande utricule se dessine sur la coupe transversale, non sans beaucoup d'incorrections, comme un demi-cercle dont l'ouverture serait fermée par une ligne qui représenterait le diamètre. Au centre de cet hémicycle est une petite utricule de laquelle partent en forme de rayons, des cloisons qui vont s'attacher à la portion demi-circulaire de la paroi de la grande utricule. Celle-ci, comme l'on voit, n'est en réalité qu'une utricule complexe, bien différente toutefois des utricules composant l'enveloppe ligneuse (*el*). On comprend par cette description de la coupe transversale du fourreau cannelé, ce qui a pu me déterminer d'abord à lui imposer le nom de *ceinture festonnée*; mais ce nom, applicable à un accident particulier de cet organisme, ne donnait pas une juste idée de sa forme générale.

Au-dessous du fourreau cannelé (*fc*), et par conséquent dans la région centrale (*rc*), sont deux séries circulaires d'utricules complexes irrégulières (*uci*) qui ont beaucoup d'analogie avec celles qui sont représentées dans l'enveloppe ligneuse (*el*) de la région intermédiaire (*ri*). Le dessinateur a indiqué ces utricules complexes irrégulières d'une manière très-imparfaite, mais d'autres figures en fourniront une représentation plus exacte.

Une masse ligneuse, assemblage d'utricules complexes régulières (*ucr*), ne différant en rien des utricules qui constituent les filets ligneux (*fl*) de la région intermédiaire, et presque toute l'enveloppe ligneuse (*el*), forme la majeure partie de la région centrale (*rc*). Cette masse ligneuse s'accroîtra encore. Les utricules simples (*us*), cantonnées dans la partie la plus centrale, passeront successivement à l'état complexe. Déjà même la transition est sensible sur les bords (*b*).

Près du fourreau cannelé (*fc*), des groupes de petits vaisseaux scalariformes (*ps*) se montrent de distance en distance sur une ligne circulaire. Un peu moins loin du centre, à la suite des petits vaisseaux, prennent place les moyens scalariformes (*ms*). Après eux, et plus rapprochés du centre, sont les grands scalariformes (*gs*). Ces vaisseaux, petits, moyens et grands, tantôt se touchent, tantôt sont séparés et toujours sont disposés plus ou moins exactement dans la

direction des rayons. Tous ensemble forment en quelque sorte des lames vasculaires convergentes (*lvc*).

En nombre égal à ces lames et au milieu des masses d'utricules ligneuses qui les séparent, on observe de petits rassemblements d'utricules très-jeunes, lesquelles commencent au voisinage du fourreau cannelé (*fc*) et se propagent vers le centre. Ce n'est autre chose, quoi qu'on en ait dit, que des scalariformes naissants (*lvc*).

Fig. 2. Cette coupe transversale de la racine a été prise sur une partie plus vieille que celle qui a fourni le modèle de la *fig.* 1. Je l'ai observée sous un grossissement de cinq à six cents fois le diamètre. On y retrouve la représentation de la région centrale (*rc*) à partir du fourreau cannelé (*fc*) jusques et au-delà des utricules simples (*us*) très-peu nombreuses qui occupent le centre. Une petite portion de la région intermédiaire (*ri*) recouvre le fourreau cannelé (*fc*). Je ne répéterai pas ici tout ce que j'ai dit plus haut à l'occasion de la *fig.* 1; je me bornerai à donner quelques nouvelles explications.

Les utricules simples de la région intermédiaire (*ri*) offrent une certaine régularité dans leur jeunesse, mais à mesure qu'elles vieillissent et s'accroissent, elles se pressent les unes contre les autres et se déforment. Alors on trouve à peine deux utricules qui se ressemblent. Malgré la vieillesse, il n'est pas rare de rencontrer un cambium celluleux (*cc*). Souvent ce cambium se transforme en petites utricules ou sphérioles (*s*) éparses ou groupées dans les cavités utriculaires.

Les vaisseaux scalariformes (*vs*) ne diffèrent guère entre eux que par leur grandeur. Les parois sont complexes et d'une épaisseur notable. Il est en général facile de distinguer les membranes supérieures qui les constituent. Il arrive même que des lambeaux de ces membranes (*) se détachent partiellement et flottent dans l'intérieur des vaisseaux. Des taches brunes (*t*), placées symétriquement, indiquent sur la coupe transversale la présence de pertuis (*p*), ou du moins de quelque chose qui y ressemble beaucoup.

Les utricules complexes régulières (*ucr*), qui constituent la presque totalité de la masse ligneuse de la région centrale, sont logées une à une dans les cavités d'un tissu cellulaire continu (*tci*). L'existence de ce tissu est certaine, mais je n'ai acquis jusqu'à ce jour aucune notion précise sur l'époque et le mode de sa formation.

PLANCHE XXI.

Fig. 3. Cette figure, qui se compose de deux fragments (AB) d'une coupe transversale faite sur une portion très-jeune de la racine du Dattier, offre différentes modifications de l'organisation utriculaire depuis la circonférence jusqu'au centre.

La région périphérique (*rp*) est composée d'un tissu cellulaire continu. Au dessous se trouve la région intermédiaire (*ri*), laquelle commence par une couche de cambium dans trois états différents. La partie la plus excentrique de ce cambium peut être désignée sous le nom de *cambium globuleux* (*cg*). Elle semble composée de globules pleins unis les uns aux autres; mais il y a ici très-certainement illusion d'optique. En effet, comment la coupe transversale d'une masse mucilagineuse pourrait-elle donner une surface mamelonnée? Cela serait impossible. Je penche à croire que cette apparence provient de l'inégale densité de la matière.

Au-dessous de ce cambium dit *globuleux* (*cg*), ou quelquefois mêlé avec lui, est le cambium globulo-cellulaire (*cgc*), qui ne diffère du premier qu'en ce qu'au centre de chaque mamelon on aperçoit une tache grise, indice certain de l'existence d'une cavité.

Plus bas, l'apparence globuleuse disparaît complétement, et les cavités acquièrent une grandeur plus considérable. Dans cet état, la matière régénératrice reçoit le nom de *cambium celluleux* (*cc*). Ce serait se faire une fausse idée du cambium (*c*) de ne voir en lui qu'une matière nutritive susceptible de se porter d'un endroit à un autre; ce serait se tromper également de croire que toute la masse du cambium est organisée. Le cambium est l'alliance, mais non la confusion d'un organisme naissant, produit d'un organisme antérieur, avec un suc nutritif qui pénètre et accroît incessamment la masse du jeune tissu. Passé les trois états de cambium globuleux (*cg*), de cambium globulo-cellulaire (*cgc*) et de cambium celluleux (*cc*), toute apparence de mucilage disparaît, et il n'est plus question de l'existence du cambium. Il s'est changé en tissu cellulaire (*t*) qui, à son tour, se métamorphose en utricules simples (*us*), ou vaisseaux (*v*).

Immédiatement après le cambium celluleux viennent un tissu cellulaire (*tp*) à cloisons membraneuses moins épaisses, plus fermes, toutes couvertes de papilles, disposées en quinconce; puis un tissu (*ts*) à cloisons sèches et minces;

puis un tissu entre les cellules duquel il se forme des canaux ou méats (*tm*) produits par le dédoublement partiel des cloisons.

Le tissu à parois sèches et minces et le tissu traversé par des méats sont marqués de stries transversales et parallèles que l'on retrouve dans les utricules simples (*us*).

Le cambium, dans son état primitif, n'est qu'un mucilage amorphe; mais à partir du cambium globuleux (*cg*) jusqu'aux utricules simples, il est visible que la Nature a tendu sans cesse à constituer des individualités, c'est-à-dire des utricules libres jouissant d'une existence propre. La Nature est arrivée finalement à son but par la complète dislocation du tissu cellulaire.

Au bas du fragment A et au haut du fragment B qui lui fait suite, on observe un tissu cellulaire à cloisons sèches et minces (*ts*), lequel termine la région intermédiaire (*ri*). Ce tissu est analogue à celui que j'ai signalé dans le fragment A, entre le tissu à parois papillaires (*tp*) et le tissu percé de méats (*tm*). Or, ce tissu est évidemment plus jeune que les utricules simples (*us*) qui le précèdent; par conséquent il ne saurait tirer son origine de la couche de cambium qui sépare la région intermédiaire de la région périphérique, et il n'y a pas de doute qu'il ne provienne de l'autre couche de cambium (*c*) placée entre la région intermédiaire et la région centrale (fragment B).

On remarque encore dans le fragment A des amas de cambium globuleux (*cg*) qui remplissent les lacunes (*l*) de la région intermédiaire. Les modifications successives de ces amas de cambium sont représentées par les *fig*. 4, 5, 6, 7, 8 et 9 dont il sera question tout-à-l'heure.

La couche du cambium (*c*) du fragment B offre, comme celle du fragment A, le cambium globuleux, le cambium globulo-cellulaire, le cambium celluleux, et, au-dessous de cette couche, on retrouve le tissu cellulaire à parois papillaires (*tp*), puis le tissu cellulaire à cloisons membraneuses sèches, lisses et minces (*ts*), et dans la portion tout-à-fait centrale les utricules simples (*us*).

Parmi les cellules à parois papillaires, il s'en trouve de plus grandes que les autres qui sont remplies de cambium celluleux (*cc*) ou sont vides. Ces grandes cellules se changeront en vaisseaux scalariformes (*vs*).

Les amas de cambium globuleux (*cg*), contenus dans les lacunes de la région intermédiaire (*ri*) du fragment A de la *fig*. 3, vont offrir une série de métamorphoses à très-peu près semblables à celles que j'ai déjà notées; mais au lieu de se présenter toutes ensemble à des places différentes, elles se présenteront

successivement à la même place. Ainsi, prenons l'un des amas de cambium globuleux (*cg*) de la région intermédiaire (*ri*), il deviendra :

Fig. 4. Un cambium globulo-cellulaire (*cgc*).

Fig. 5. Un cambium cellulaire (*cc*).

Fig. 6. Un tissu à parois papillaires (*tp*).

Fig. 7. Un tissu à cloisons membraneuses, sèches, lisses et minces (*ts*).

Fig. 8. Un groupe de nombreuses utricules simples (*us*).

Fig. 9. Une réunion d'utricules complexes régulières et allongées (*ucr*), formant des filets ligneux (*f l*).

La différence entre cette série de métamorphoses et celle du cambium globuleux (*cg*) de la couche interposée entre la région périphérique (*rp*) et la région intermédiaire (*ri*), consiste en ce que dans la première série il n'y a pas de tissu cellulaire pourvu de méat (*tm*), et que dans la seconde il n'y a pas d'utricules complexes (*ucr*). L'absence de ces utricules complexes est un fait de l'organisme qui n'admet aucun commentaire. L'absence des méats résulte de ce que la séparation complète des cellules, au lieu de se faire graduellement, est instantanée.

Quand la racine a vieilli, une enveloppe ligneuse (*el*) se forme sous la région périphérique et recouvre la région intermédiaire. Cette enveloppe se compose, en majeure partie, d'utricules complexes, allongées, régulières (*ucr*); mais çà et là on y remarque des utricules complexes irrégulières (*uci*).

Fig. 10. La coupe verticale d'un filet ligneux démontre la régularité et la disposition symétrique des utricules qui le composent. Dans chaque série, elles sont de même forme, de même calibre, parfaitement rectilignes et ajustées bout à bout avec une extrême précision. La seule irrégularité qu'on y remarque, c'est que les parois, le plus souvent horizontales, sont quelquefois obliques (*). Ces utricules ont des pertuis (*p*) qui semblent établir une communication directe entre elles. Chaque filet ligneux est recouvert d'utricules lenticulaires (*ul*).

Fig. 11. Une couche d'utricules, origine du fourreau cannelé (*fc*), sépare la région centrale de la région intermédiaire; cette couche n'existe pas dans la première jeunesse de la racine (voyez *fig.* 3, fragment B). Elle se forme un peu plus tard et se modifie diversement à mesure qu'elle vieillit. A son apparition, ces utricules se dessinent sur la coupe transversale en polygones à six côtés; mais il arrive le plus souvent que deux angles s'émoussent à tel point qu'à la première vue ces hexagones semblent des carrés incorrects (*fc*).

Au-dessous de cette enveloppe, on remarque deux ou trois couches d'utricules qui deviendront complexes et irrégulières (*uci*). Puis plus bas sont les scalariformes petits (*ps*), moyens (*ms*) et grands (*gs*). Les petits acquièrent les premiers une certaine consistance, et prennent une couleur foncée de rouille. Souvent toutes les cavités sont remplies de cambium celluleux (*cc*). Ce cambium transforme une multitude d'utricules simples en utricules complexes. Je vais dire comment la métamorphose s'opère dans les utricules qui deviendront de moyens et grands vaisseaux scalariformes.

Je prends pour exemple une utricule qui commence un grand scalariforme (*gs*). Elle contient trois utricules plus petites (1, 2, 3) emboîtées les unes dans les autres. Tout l'espace compris entre elle et l'utricule 3 est rempli de cambium celluleux. Il en est de même de l'espace compris entre l'utricule 3 et l'utricule 2, et de même encore entre l'utricule 2 et l'utricule 1. Enfin l'utricule 1 contient elle-même un cambium celluleux. Il est à remarquer que la grandeur des cellules de ces divers amas de cambium est d'autant moindre que l'utricule où se trouvent ces cellules est plus petite.

A une époque antérieure, le grand scalariforme avait de plus petites dimensions et était tout rempli de cambium celluleux. Aucune utricule ne paraissait dans sa cavité. En avançant en âge, il a pris plus d'ampleur; les cellules de son cambium ont grandi et se sont multipliées, et, vers le centre, l'une d'elles a passé à l'état d'utricule; cette nouvelle utricule s'est accrue, elle a repoussé de tout côté le cambium qui l'environnait. C'est elle que je désigne sous le chiffre 3. Si aucun accident ne l'arrête dans son développement normal, elle continuera de grandir, le cambium refoulé disparaîtra, et finalement elle s'appliquera sur la face interne du grand scalariforme dont elle deviendra la doublure. A l'aide du temps et par le même procédé, cette doublure sera elle-même doublée, triplée, etc. Voilà comment beaucoup d'utricules passent de l'état simple à l'état complexe.

Il arrive aussi, comme je l'ai observé dans la racine de la vanille, que le cambium renfermé dans certaines utricules, au lieu de produire de nouvelles utricules complexes, ne produit que des lames membraneuses qui doublent, triplent, quadruplent, quintuplent, etc., une portion seulement de la paroi de l'utricule qui la contient, de sorte qu'on pourrait dire que cette utricule est simple d'un côté et complexe de l'autre.

Un fait plus général et plus important sous le point de vue physiologique, c'est que là même où il n'entre pas dans le plan de la Nature de faire des

utricules complexes, il se produit incessamment des amas de cambium celluleux qui, en tout ou en partie, se transforme en utricules tantôt isolées, tantôt groupées, tantôt emboîtées les unes dans les autres (*fig.* 5 *); et ces utricules et ce cambium se flétrissent, meurent (*fig.* 5, *cm*), disparaissent et sont remplacés par d'autres toutes semblables, tant que dure la végétation. Je serais bien trompé si ces matières végétalisées et résorbées ne contribuaient puissamment à la nutrition de la plante.

Fig. 12. La coupe longitudinale d'un grand scalariforme très-jeune laisse voir un lambeau de la cloison transversale (*ct*) qui séparait la cellule supérieure de la cellule inférieure. Ces cellules étaient remplies de cambium globulo-cellulaire (*cgc*). On retrouve encore de nombreux amas de cette matière organisatrice. Aucun signe n'indique jusqu'à présent les fentes parallèles qui justifient le nom de *scalariformes* donné aux vaisseaux de cette sorte.

Fig. 13. On a vu dans la *fig.* 11 commencer le fourreau cannelé (*fc*). La *fig.* 13 indique les changements produits en lui par la présence du cambium. Je n'essaierai pas de les décrire : le dessin donne une idée plus nette de cet organisme que les paroles ne pourraient le faire.

Immédiatement au-dessous du fourreau cannelé (*fc*) se montrent des utricules simples qui, plus tard, offriront les caractères des utricules complexes irrégulières (*uci*). Jusqu'à ce moment une seule présente cette forme normale.

Une grande lacune (*l*), résultant de l'écartement des utricules simples (*us*) vient ensuite. Elle est remplie de cambium globulo-cellulaire (*cgc*) et de tissu papillaire (*tp*). Il règne ici une sorte de désordre. La puissance végétative est en travail. On assiste, pour ainsi parler, à la création des lames vasculaires convergentes (*lvc*, voyez planche XX), lesquelles se composent, comme on sait, de petits, moyens et grands vaisseaux scalariformes. Mais les voies de la nature, pour arriver à la formation des nouvelles utricules, n'ont rien de commun avec celles que j'ai indiquées précédemment. Le cambium globulo-cellulaire ne formait d'abord qu'une seule et même masse, et voilà qu'il se divise en petits groupes que séparent des fissures (*) à peine perceptibles à l'œil secondé par les plus forts microscopes. Dans ces fissures se forme la substance membraneuse qui constituera bientôt le tissu papillaire. Ce mode de création peut surprendre, mais l'examen attentif de la figure 13, dont je garantis la fidélité, ne laisse nul doute à cet égard.

PLANCHE XXII.

Fig. 14. Je prends dans une vieille racine la portion la plus voisine du collet ; c'est la plus âgée. La masse ligneuse de la région centrale est très-dure. On pourrait être tenté de croire que la végétation est éteinte, et que, par conséquent, les utricules simples ou complexes sont arrivées à un état de parfaite immobilité. Toutefois le lambeau d'une tranche verticale que je mets sous les yeux du lecteur, contient des parties tendres qui, je n'en doute pas, si elles n'eussent été attaquées dans leur existence, auraient pris un développement considérable.

Le fourreau cannelé (*fc*) est très-différent de ce qu'il était dans la figure 2 *fc* : on y distingue encore très-bien les utricules qui le composent ; mais les cloisons qui divisent les cavités de ces utricules, au lieu de dessiner sur la coupe des formes élégantes et symétriques, ne présentent que des lignes bizarrement agencées entre elles.

Au-dessous du fourreau, nous trouvons les utricules complexes irrégulières (*uci*) que nous avons vues simples dans la fig. 11, et qui déjà commençaient à devenir complexes dans la fig. 13. Ces utricules, disposées sur deux ou trois rangs, enveloppent la masse ligneuse centrale, formée d'utricules complexes régulières (*ucr*), et les vaisseaux scalariformes petits (*ps*), moyens (*ms*) et grands (*gs*), qui composent les lames vasculaires convergentes (*lvc*). Nous remarquons dans la fig. 14 trois lames de cette sorte : une à notre gauche, une à notre droite, et la troisième entre les deux. Ces lames se prolongent dans la direction des rayons. Pour quiconque n'en a pas fait une étude approfondie, elles diffèrent essentiellement entre elles. Mais en les prenant au moment où elles commencent à s'organiser, et les suivant dans leur développement, on s'assure bientôt qu'elles ont même origine et même fin. La figure 13, *lvc*, planche XXI, vous fait assister à leur création. Il semble que la matière sorte du chaos. Le cambium se confond avec un tissu cellulaire dont les linéaments sont si faiblement accusés, qu'il faut les voir à plusieurs reprises pour s'assurer que ce n'est pas une illusion. Ainsi commencent les lames convergentes. L'examen de la figure 14 va nous conduire par degrés à leur modification finale.

La lame à gauche est très-jeune. Elle se compose de tissu cellulaire et d'utricules simples bien distinctes. Toutefois la transparence et la délicatesse

des membranes dénotent une formation très-récente. La lame à droite est plus âgée. Elle est entièrement composée d'utricules simples, à contours plus fermes, à parois un peu moins transparentes. Sur la coupe transversale de ces parois, se montrent des taches grises qui signalent la présence des pertuis. La lame placée entre celle de droite et celle de gauche paraît avoir atteint le terme de sa croissance. Elle est formée d'une série d'utricules allongées, complexes, petites, moyennes et grandes, qui ont reçu le nom de vaisseaux. Elle parcourt un espace beaucoup plus considérable que les deux précédentes. Ces dernières utricules atteignent presque le centre de la racine. Sur la coupe transversale des parois, on distingue trois, quatre, cinq membranes superposées, et de larges pertuis d'un brun-rouge. De cet examen je conclus que les trois lames convergentes *lvc* de la figure 14 et le tissu naissant de la figure 13, ne sont qu'un seul et même organisme à des âges différents.

La cavité des deux plus amples vaisseaux scalariformes (*gs*) est obstruée partiellement par des membranes. Dans le vaisseau le moins grand, le scalpel n'a laissé subsister que des lambeaux. Dans l'autre, au contraire, les membranes sont intactes. Elles forment deux diaphragmes qui sont superposés l'un à l'autre, et percés à jour irrégulièrement. Ces membranes ne sont autre chose que les parois de l'extrémité des utricules allongées dont se composent les vaisseaux scalariformes.

Les utricules complexes qui constituent la masse ligneuse de la région centrale, semblables à celles de la fig. 2, *tci*, sont emprisonnées dans les cavités d'un tissu cellulaire continu (*tci*).

Fig. 15. Cette figure a été dessinée d'après une portion du jeune tissu de la région centrale d'un embryon germant. Elle met en lumière le commencement des vaisseaux scalariformes (*vs*). Ce sont tout simplement des cellules qui s'élargissent et s'allongent plus que les autres. Je les ai trouvées remplies de cambium celluleux (*cc*).

Fig. 16. Cambium globulo-cellulaire.

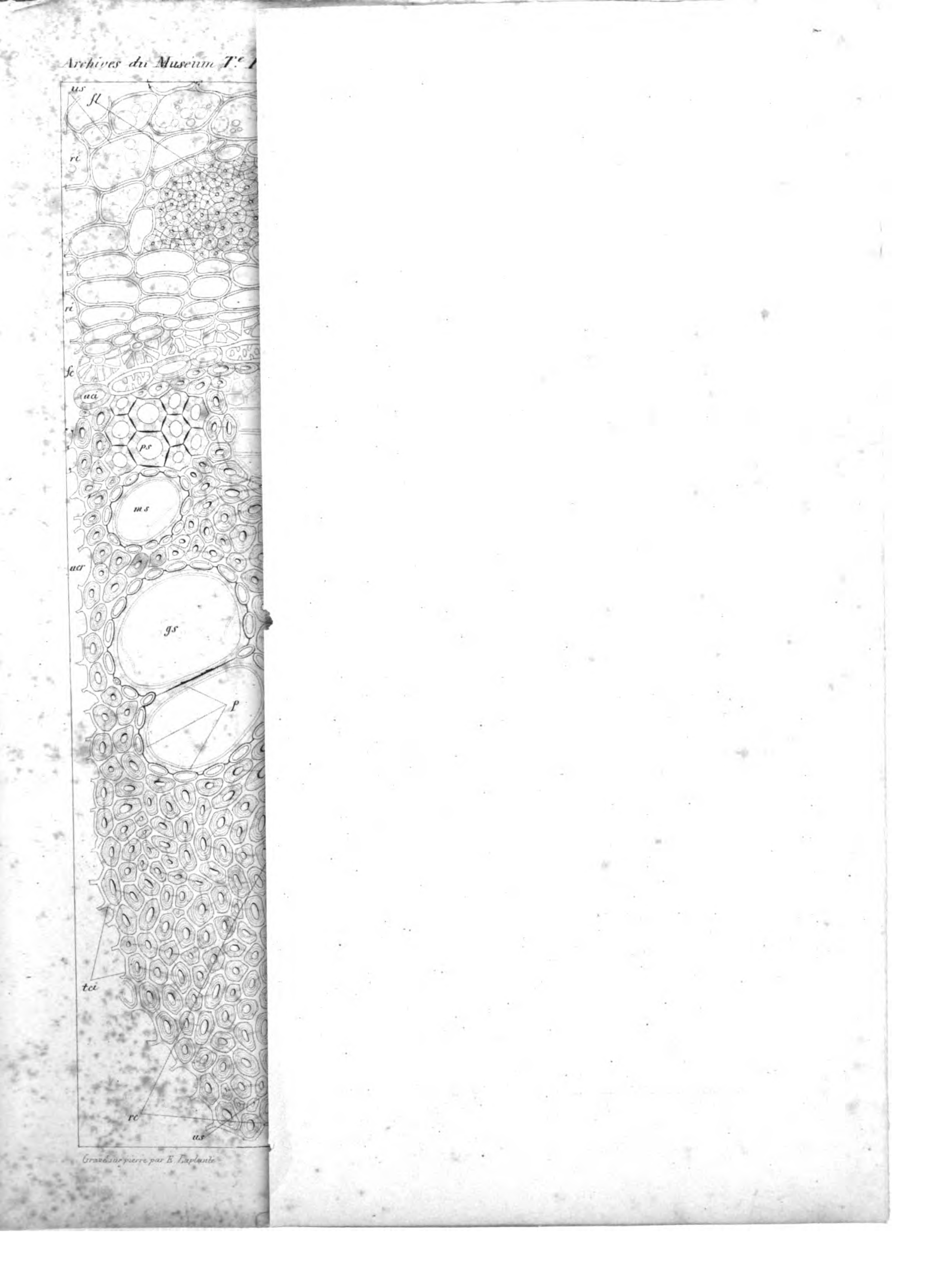
Fig. 17 *et fig.* 18. J'ai pris une une portion de racine à peu près du même âge que la portion qui a servi de modèle pour la figure 14. J'ai fait passer le scalpel par un plan qui partageait en deux, dans sa longueur, une lame vasculaire convergente, semblable à celle que je vois à ma gauche fig. 14, et j'ai obtenu un lambeau très-mince de la lame convergente et du vieux tissu ligneux qui la limitait vers le centre et vers la circonférence. La figure 17 représente une partie de ce lambeau. Pareille opération pratiquée sur une

lame semblable à celle que je vois à ma droite, fig. 14, m'a donné pour résultat le lambeau représenté dans la fig. 18. Le but de ce travail était de prouver derechef, et par des faits nouveaux, que la jeune lame à gauche était en voie de passer à l'état de la lame à droite, et que celle-ci, ainsi que la première, deviendrait en vieillissant toute semblable à la lame intermédiaire. Or, entre les utricules complexes régulières (*ucr*) et les utricules complexes irrégulières (*uci*, fig. 17), utricules dont les parois se sont multipliées et solidifiées, se trouvent des utricules simples de nouvelle formation, qui commencent une lame vasculaire convergente (*lvc*). Les parois de ces utricules sont en général molles et ondulées, et des taches grises, tantôt répandues sans ordre, tantôt distribuées avec une sorte de symétrie, couvrent leur surface. J'appelle particulièrement l'attention sur cette utricule allongée *ps* (fig. 17), dont les taches grises tranversales et parallèles, sont disposées comme les espaces qui séparent les barreaux d'une échelle. Dès que cette utricule s'est offerte à mes yeux, je n'ai pu mettre en doute qu'elle ne dût devenir un petit vaisseau scalariforme, et cette opinion a été confirmée par mes recherches ultérieures. En effet, les utricules allongées *ps* de la fig. 18, qui correspondent aux utricules *ps* de la lame vasculaire située à ma droite dans la fig. 14, sont par conséquent plus âgées que l'utricule *ps* de la fig. 17, et offrent, à ne pas s'y méprendre, la transition des caractères de cette utricule à ceux de petits scalariformes *ps* des fig. 19 et 20. L'origine des grands et moyens scalariformes se démontre par une suite d'observations analogues.

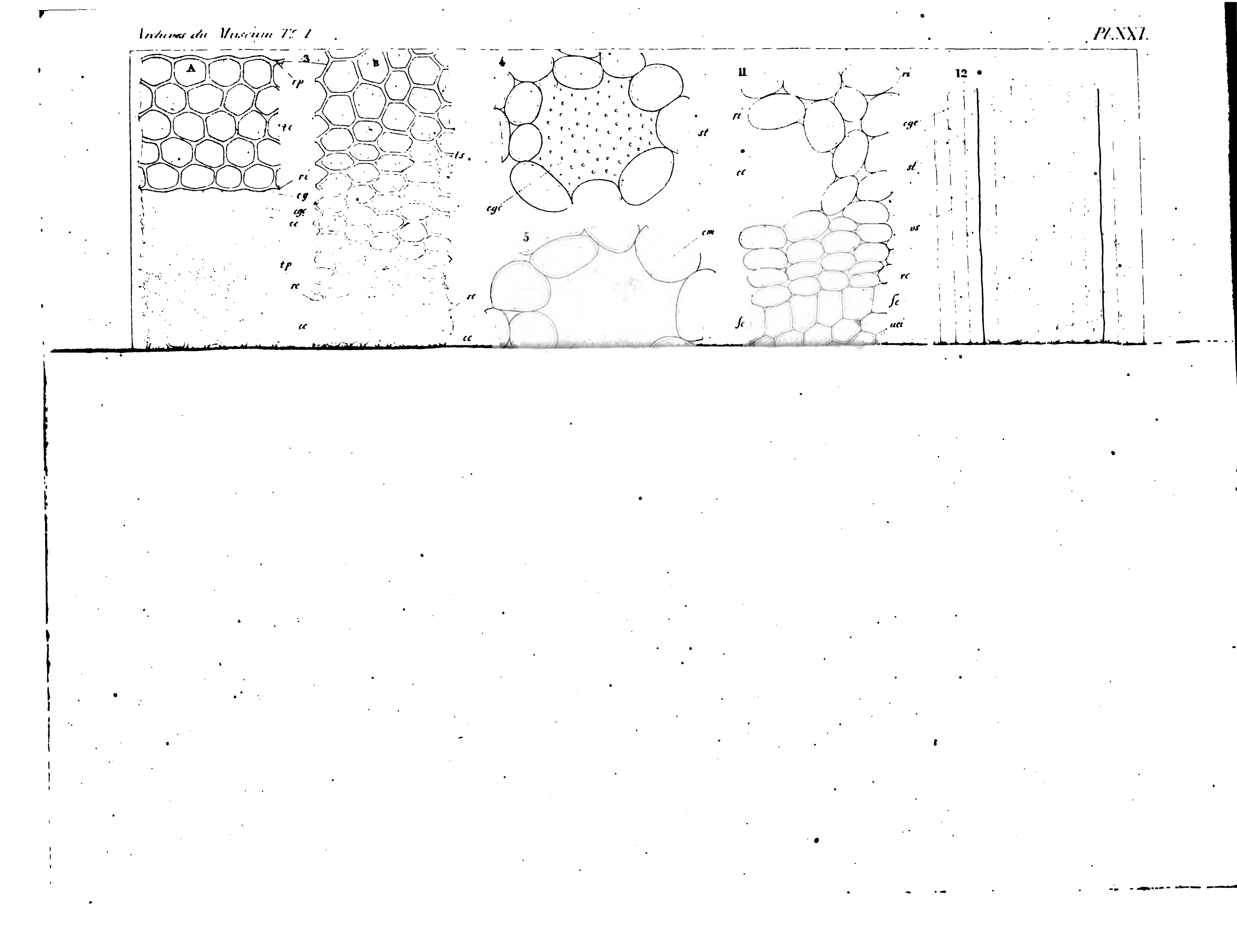
Fig. 19 et 20. Ces deux figures mettent en opposition deux coupes longitudinales de la région centrale de la racine, l'une encore jeune, l'autre vieille depuis longtemps. Les lettres *uci* et *ucr* de la figure 19 ne signifient point que les utricules qu'elles indiquent ici sont complexes, mais seulement qu'elles le deviendront. On voit très-bien que jusqu'à ce moment les utricules dont il s'agit n'ont chacune qu'une paroi simple, ce qui dénote un jeune âge; tandis que les vieilles utricules *uci* et *ucr* de la figure 20 ont des parois composées de trois membranes et plus.

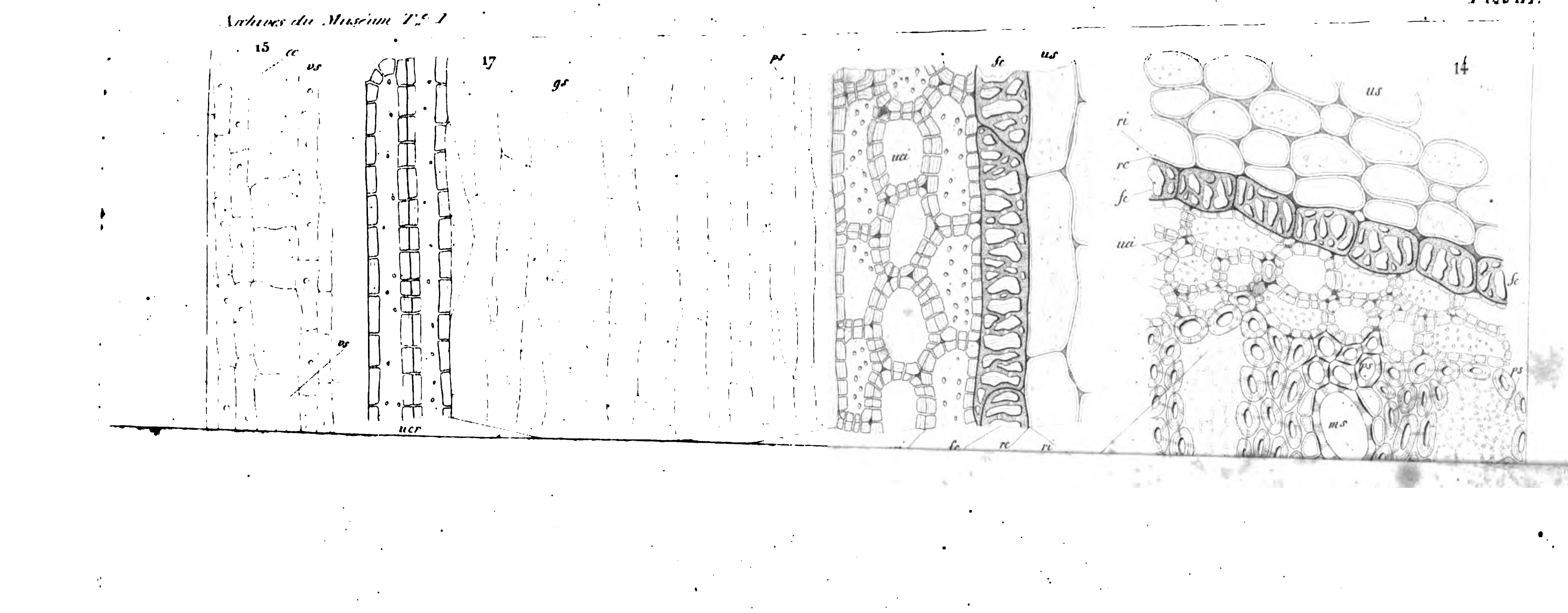
Je m'abstiendrai pour le moment de donner de nouveaux détails sur les scalariformes. Cette modification des utricules mérite un travail à part; mais je dois dès à présent signaler comme un sujet d'étude ces taches grises qui paraissent sur beaucoup de membranes utriculaires. Je ne saurais guère admettre qu'elles proviennent d'une substance colorante : je ne pense pas non plus qu'elles aient pour cause une affection morbide des membranes,

attendu qu'on les voit souvent sur des utricules en pleine croissance. Plusieurs fois j'ai été tenté de croire que ces taches ne sont qu'une illusion d'optique produite par un amincissement partiel de la membrane, et ce qui me semblait donner valeur à cette opinion, c'est que dans beaucoup de vaisseaux les pertuis s'ouvrent précisément là où se trouvent les taches, mais beaucoup de vieilles utricules en sont couvertes, qui pourtant restent closes (*us*), et d'ailleurs il serait difficile d'expliquer comment l'amincissement de la membrane diminuerait sa transparence.



Gravé sur pierre par E. Laplante


A
3
B
rp
rc
ts
cg
cge
cc
tp
4
st
cge
5
cm
11
ri
cge
st
cc
vs
fc
uci
12


15
cc
vs
vs
ucr
17
gs
ps
fc
us
uai
fc
rc
ri
14
us
ri
rc
fc
uai
fc
ps
ps
ms

ARCHIVES DU MUSÉUM

D'HISTOIRE NATURELLE,

PUBLIÉES PAR LES PROFESSEURS-ADMINISTRATEURS DE CET ÉTABLISSEMENT.

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION :

Les *Archives du Muséum* paraissent par volumes in-4° sur papier grand raisin, d'environ 60 feuilles d'impression et ornés de 30 à 40 planches gravées par les meilleurs artistes, et dont 15 à 20 seront coloriées avec le plus grand soin.

Il en paraît un volume par an, divisé en quatre livraisons.

Prix de chaque livraison	Pap. ordinaire.	10 fr.
	Pap. vélin.	20 fr.

Cet ouvrage fait suite aux *Annales*, aux *Mémoir*[illegible] aux *Nouvelles Annales du Muséum*.

ON SOUSCRIT :

Chez GIDE, éditeur des *Annales des Voyages*, des ouvrages de M. le baron de Humboldt, des *Voyages pittoresques dans l'ancienne France et en Espagne*, de M. le baron Taylor, etc., etc.

Rue de Seine Saint-Germain, n° 6 bis.

A. Pihan de la Forest, imp., rue des Noyers, n. 37

